

УДК 553.984

ЛОВУШКИ НЕФТИ И ГАЗА В ДОЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ГЕОСИНЕКЛИЗЫ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.Е. Ковешников

Томский политехнический университет
ТФ Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Томск
E-mail: Kovesha@mail.ru

Во вторично-катагенетическую стадию изменения доюрских пород Западно-Сибирской геосинеклизы, представленных известняками и карбонатно-кремнисто-глинистыми породами силурийско-раннекарбонового возраста, претерпевшими в орогенный этап развития поверхностное выщелачивание, в дальнейшем – гидротермальный метасоматоз (доломитизация, окварцевание), выщелачивание и трещинообразование, установлено формирование ловушек нефти и газа: в орогенный этап литолого-стратиграфических по корам выветривания с выклиниванием коллектора; во вторично-катагенетический этап – гидротермальных, тектонических зон; метасоматически-трещинных; трещинных, предположительно карстово-трещинных и метасоматически-карстово-трещинных.

Ключевые слова:

Ловушки нефти и газа, доюрские отложения, Западно-Сибирская геосинеклиза, метасоматоз, трещинообразование.

Key words:

Oil and gas tanks, prejurassic adjournment, Western-Siberian geosineclise, metasomatism, formation of cracks.

Имеющиеся классификации ловушек нефти и газа [1] составленные преимущественно для песчано-алевритовых пород, по нашему мнению, не в полной мере отражают все их многообразие, особенно для карбонатных и карбонатно-кремнистых пород доюрского комплекса Западной Сибири. Данные отложения изучались нами ранее [2] по наиболее изученной части Нюрольского осадочного бассейна, которая в настоящее время получила наименование Чузикско-Чижапской зоны нефтегазонакопления [3]. В настоящее время, нами предпринята попытка для карбонатных и карбонатно-кремнисто-глинистых образований доюрского комплекса Западно-Сибирской геосинеклизы выделение резервуаров нефти и газа [4], которым должны соответствовать ловушки нефти и газа, отражающие не только их геометрию, но и особенности формирования, а именно орогенный и вторично-катагенетический этапы развития Западно-Сибирского региона [4].

Кроме того, исследователи при изучение коллекторских свойств пород до недавнего времени сталкивались с такой проблемой, как трещиноватость зерна. Фильтрационные свойства палеозойских пород не всегда можно было измерить имеющимися методиками, т. к. последние требовали изготовления цилиндра. Такие цилиндры легко изготовить из песчано-алевритовых пород, но при попытке их изготовления из трещиноватых вторично-измененных карбонатных и карбонатно-кремнисто-глинистых пород заготовки зачастую раскалывались по трещинам, имеющимся в породе. Таким образом, уже на этапе изготовления цилиндра терялась возможность определить такой важный параметр фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) как проницаемость.

Особенности изучения коллекторских свойств доюрских отложений Западно-Сибирской геосинеклизы

Существуют методики изучения трещиноватых карбонатных и кремнисто-карбонатных пород по образцам кубической формы [5], по шлифам повышенной площади. Автором настоящей статьи еще в 80-е гг. XX в. в связи с этой проблемой разработана методика определения проницаемости по образцам произвольной формы, опирающаяся на определение этого параметра по шлифам повышенной площади и по образцам кубической формы. По этой методике изучены коллекторские свойства по целому ряду площадей Нюрольского осадочного бассейна (Томская область). Это позволило оценить не только параметры пористости, что было доступно и ранее, но и фильтрационные параметры пород, построить новые модели месторождений нефти и газа в доюрских образованиях Чузикско-Чижапской зоны нефтегазонакопления [2].

Ранее нами изучались карбонатные породы, в той или иной степени подверженные воздействию процессов метасоматической доломитизации и гидротермального выщелачивания силурийско-раннекарбонового возраста, кремнисто-глинистые образования верхнего девона [2]. Эти две группы пород отличаются проявлением процессов вторичного преобразования. Если в чистых карбонатах проявляются процессы доломитизации или окварцевания, сопровождаемые процессами гидротермального выщелачивания, то, по вторым проявились процессы каолинизации с сидеритизацией, затронувшей, в том числе юрские и меловые песчано-алевритовые отложения. Последующие процессы выщелачивания и трещинообразования

окончательно сформировали облик пустотного пространства данных пород.

При изучении пород использована классификация [5] с добавлениями, касающимися особенностей пород-коллекторов, установленных в доюрских отложениях изученной территории, а именно: коллекторов порового, порово-трещинного и трещинного типов, табл. 1.

Чтобы данная классификация не противоречила разработке А.А. Ханина [6] для песчано-алевритовых пород, где выделено 6 классов коллекторов, и которая обычно используется в практике геолого-разведочных работ, класс VII, предложенный в [5], заменен нами на класс VI с добавлением буквенных индексов, характеризующих проявление коллектора: по матрице (М); по трещинам (Т); по трещинам и матрице совместно (М,Т). Добавленные классы соответствуют породам-коллекторам, установленным нами в доюрских отложениях Чузикско-Чижапской зоны нефтегазоаккумуляции: поровый тип соответствует карбонатно-кремнисто-глинистым отложениям; порово-трещинный и трещинный типы – чистым известнякам, в той или иной степени подверженным воздействию гидротермальных процессов. Данные типы пород-коллекторов выделены не только по значениям пористости и проницаемости, но и с учётом комплексного параметра P_k [7].

Таблица 1. Классификация значений ФЕС для пород-коллекторов, развитых в карбонатных и кремнисто-карбонатных отложениях [5] с добавлениями

Группа	Класс	Индекс	Проницаемость, $K_{пр}$, 10^{-3} мкм ²	Пористость открытая, % $K_{п}$	Комплексный параметр, P_k , $(lg K_{пр} K_{п})$	Тип коллектора
A	I	AI	1000...500	20...35	105...54	Каверно-поровый и поровый
A	II	AII	500...300	16...30	81...40	
A	III	AIII	300...100	12...25	70...24	Поровый и трещинно-поровый
Б	IV	BIV	100...50	12...25	50...20	
Б	V	BV	50...10	12...25	43...12	
Параметры матрицы						
В	VI	BVI	10...1	8...20	20...0	Поровый и порово-трещинный
Параметры трещин						
В	VI	BVI	300...1	0,1...4	10...0	Порово-трещинный и трещинный
Параметры матрицы (М) и трещин (Т)						
В	VI	BVI(М)	10...1	0...20	20...10	Поровый
В	VI	BVI(М,Т)	10...1	0...10	10...0	Порово-трещинный
В	VI	BVI(Т)	300...10	0...10	10...0	Трещинный

Поровый тип пород-коллекторов сформировался в карбонатно-кремнисто-глинистых породах верхнего девона, подверженных процессам гипергенеза в зоне коры выветривания в орогенный этап развития региона. Последующие во вторично-катагенетический этап преобразования (каолинизация с сидеритизацией) пустотное пространство почти

не затронули. В этих породах перемещение флюида идёт по сообщающимся порам, развитым на месте существовавших ранее органических остатков, преимущественно радиолярий (по матрице).

Порово-трещинный и трещинный типы пород-коллекторов развиты в лишенных глинистой примеси известняках в различной степени подверженных процессам доломитизации, выщелачивания и трещинообразования. Перемещение флюида осуществляется либо частично по порам, частично по трещинам, либо преимущественно по трещинам. Именно трещины объединяют пустотное пространство в единую систему.

Ловушки, сформированные в доюрских отложениях Западно-Сибирской геосинеклизы на примере Чузикско-Чижапской зоны нефтегазоаккумуляции

Ловушкой называется часть природного резервуара, в которой могут экранироваться нефть и газ и может образоваться их скопление [1]. Общепринятая научная классификация ловушек включает следующие основные их типы: 1) структурные или антиклинальные – сводовые и тектонически экранированные; 2) литологические – с выклиниванием коллектора или фациальным его замещением непроницаемыми породами; 3) стратиграфически экранированные; 4) рифогенные; 5) литолого-стратиграфические.

Если вспомнить стадии литогенеза: гипергенез или поверхностное выветривание, седиментогенез (перенос и осаждение в области сноса), диагенез (окаменение), катагенез (преобразование и перекристаллизация), метагенез или метаморфизм или частичное переплавление и ультраметаморфизм или полное переплавление породы (гранитизация), то все вышеперечисленные ловушки сформировались в стадию седиментогенеза, кроме стратиграфически-экранированных и литолого-стратиграфических, относимых к стадии гипергенеза. Все преобразования, прошедшие в породе в стадию диагенеза, катагенеза и метагенеза в классификацию ловушек не попали, да и не могли попасть ввиду того, что породы этих стадий преобразования пород находятся на значительной глубине.

Иное дело с территориями, такими, как Западно-Сибирская геосинеклиза, претерпевшими орогенный этап развития в конце палеозоя, начале мезозоя [4], где, в результате, был сформирован холмистый рельеф, а по породам, выведенным на дневную поверхность, образовались коры выветривания. Здесь, к уже имеющимся в научном обиходе наименованиям, можно предложить следующий тип ловушки: литолого-стратиграфические по корам выветривания с выклиниванием коллектора.

Литолого-стратиграфические по корам выветривания с выклиниванием коллектора ловушки могут иметь площадное распространение и выклиниваются по простирацию, но в отличие от литологических с выклиниванием коллектора ловушек, здесь мы имеем дело не с выклиниванием пласта

по простиранию, а с преобразованиям исходных пород, произошедшим в орогенный этап развития региона. Формирование пустотного пространства связано с площадным проявлением процессов гипергенеза и площадь подобного типа ловушек зависит от существовавших форм палеорельефа и от состава пород, подвергавшихся поверхностному выветриванию. Они, как правило, несогласно перекрыты образованиями юрского возраста, поэтому в наименование добавлен термин «стратиграфический».

Во вторично-катагенетический этап развития Западно-Сибирского региона, как нами показано [4], в карбонатных и карбонатно-кремнисто-глинистых отложениях доюрского возраста сформировались резервуары массивные гидротермальные тектонически ограниченные; метасоматические зон трещиноватости, трещинные, предполагаемые карстово-трещинные и метасоматически-карстово-трещинные.

Развитие перечисленных резервуаров предполагает формирование ловушек соответствующего типа. В массивных гидротермальных тектонически ограниченных резервуарах могут сформироваться соответственно ловушки проявления выщелачивания по участкам между двумя сближенными разломами — гидротермальные тектонических зон ловушки.

Гидротермальные тектонических зон ловушки устанавливаются между сближенными разломами. Это участки сплошного преобразования первичных карбонатных (и другого типа) пород, в результате этого преобразования сформировались породы-коллекторы, объединенные в единую систему трещинами. Такие ловушки будут иметь узко линейное распространение в пределах

отдельного тектонического блока, и будут ограничены разломами близкого простирания, ограничивающими зону воздействия гидротермальных процессов на сопредельные участки неизменной породы, где коллектор не сформировался.

Подобную ловушку мы имеем на Урманской площади, блок со скважиной 11 (рисунок), где по тектоническому нарушению средне-позднедевонские карбонатные породы, интенсивно преобразованные процессами доломитизации и выщелачивания, контактируют с отложениями силурийско-раннедевонского возраста, преимущественно известняками с той или иной примесью глинистого материала, по которым процессы доломитизации и выщелачивания не проявились. Здесь возможно наложение доломитизации на поверхностное выщелачивания в зоне проявления гипергенных процессов при орогенезе в зоне нефтегазоносного горизонта зоны контакта доюрских и мезозойских отложений [3].

Метасоматически-трещинные ловушки имеют развитие в породах, подвергшихся выщелачиванию и другим гидротермальным процессам, которые сопровождаются выносом первичного материала породы и образованием вторичного пустотного пространства. Это может быть доломитизация или окремнение известняков, после которых проявились выщелачивание и трещинообразование. Развитие подобных ловушек сопряжено с проявлением разломов и оперяющих их трещин. Пространственные очертания таких ловушек будут всегда линейно-наклонные. Особенностью данных ловушек — изменчивость значений ФЕС вдоль тектонической зоны и гидродинамическая сообщаемость всех участков проявления вторичных процессов в данной ловушке.

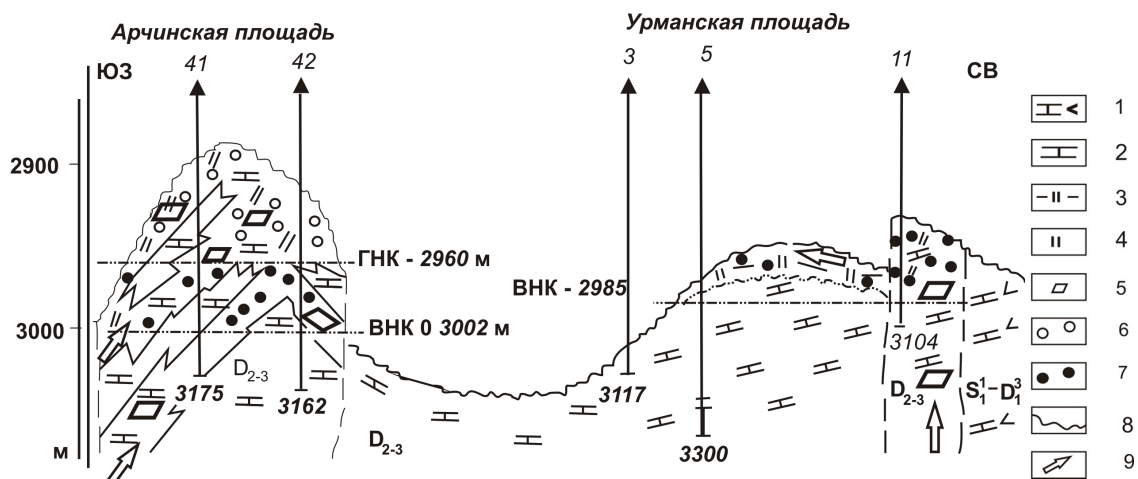


Рисунок. Типы ловушек, развитых в палеозойских породах Томской области [2], с добавлениями. Метасоматически-трещинные — Арчинская площадь; литолого-стратиграфические по корам выветривания с выклиниванием коллектора — Урманская площадь (скважина 5); гидротермальные тектонических зон — Урманская площадь (скважина 11). Условные обозначения: 1) силурийско-нижнедевонские карбонатные породы; 2) средне-верхнедевонские известняки; 3) породы коры выветривания; 4) процессы поверхностного выщелачивания в орогенный этап развития региона; 5) зоны проявления метасоматоза (доломитизация); 6) газонасыщенные отложения; 7) нефтенасыщенные отложения; 8) линии палеорельефа доюрской поверхности; 9) направления миграции нефти и газа в результате действия гравитационного фактора

Таблица 2. Данные ФЕС по скважине Герасимовской 5

Интервал, м	Проницаемость, $K_{пр}$, 10^{-3} мкм ²	Пористость открытая, K_n , %	Тип коллектора
2767...2774	0,58	14,5	–
2775,5...2782,5	0,8	17,8	–
2791,4...2794,4	1,18	10,9	–
2794,4...2799,4	0,1	10,6	–
2799,4...2804,7	4,6	20,4	БV
2804,7...2810,3	5	5,5	BVI(M,T)
2810,3...2813,3	83,7	19,5	БV
2813,3...2818,3	3,3	16	BVI(M,T)
2818,3...2820	6,3	19,3	BVI(M)
2820...2824	8,4	23,4	BVI(M)
2824...2828	–	10,1	–
2828...2830	4,6	5,05	BVI(M,T)
2841...2845	0,1	4,1	–
2850...2854	0,1	3,7	–
2854...2858	2,1	3,2	BVI(M,T)
2961...2866	5,6	8,6	–
2866...2869	0,3	2,9	–
2869...2873	–	9,2	–
2873...2875,5	10	5,6	BVI(T)

Трещинные ловушки могут иметь проявление в породах, не претерпевших интенсивного преобразования вторичными процессами. Это просто трещины в плотных породах. Их особенность – возможная большая протяжённость при малой емкости коллектора, проявленного в ловушке с одной стороны, и возможная связь такой ловушки со следующим типом ловушек – карстово-трещинных.

Ряд маломощных трещинных ловушек установлен, вероятно, в скважине Герасимовская 5 (табл. 2), где палеозойские породы представлены окварцованными известняками нижнекарбонového возраста, преобразованными процессами выщелачивания и трещинообразования. Здесь два верхних интервала представлены кремнисто-глинистыми отложениями более молодого возраста. Ниже –

зона без пород-коллекторов, и только с интервала 2799,4 до 2824 м установлена зона развития пород-коллекторов БV и BVI(M,T) и BVI(M) классов [4], что явно указывает на зону проявления ловушки метасоматически-трещинного типа. Ниже, в трех интервалах, встречены ловушки трещинного типа, на что указывает их малая мощность. Из них два верхние имеют проницаемость не только по трещинам, но и по матрице, это переходный тип ловушки, а нижний имеет проницаемость по трещинам, и является ловушкой трещинного типа. Из всех этих интервалов, испытанных отдельно, получены притоки нефти.

Карстово-трещинная и метасоматически-карстово-трещинная ловушки являются разновидностью трещинной или метасоматически-трещинной ловушки (соответствующее сочетание проявления вторичных процессов и трещинной тектоники). Наличие возможных образований подобного типа может быть косвенно подтверждено катастрофическими выбросами из зоны контакта палеозоя и юрских отложений при бурении скважин в 70-е гг. прошлого века в Томской области.

Выводы

1. По значениям трещинной проницаемости образцов повышенной площади в доюрских отложениях Чузикско-Чижапской зоны нефтегазонакопления установлено развитие пород-коллекторов порового, порово-трещинного и трещинного типов.
2. В палеозойских породах сформировались ловушки нефти и газа: в орогенный этап (пермь-триас) – литолого-стратиграфические по корам выветривания с выклиниванием коллектора; во вторично-катагенетический этап по карбонатным породам – гидротермальные тектонических зон; метасоматически-трещинные; трещинные и предположительно карстово-трещинные и метасоматически-карстово-трещинные.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженова О.К., Бурлин Ю.К., Соколов Б.А., Хаин Е.В. Геология и геохимия нефти и газа / под ред. Б.А. Соколова. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2004. – 415 с.
2. Конторович А.Э., Иванов И.А., Ковешников А.Е. и др. Геологические условия нефтегазоносности верхней части палеозойского разреза Западной Сибири (на примере Межовского среднего массива) // В кн.: Теоретические и региональные проблемы геологии нефти и газа / под ред. И.С. Грамберга и др. – Новосибирск: Наука, 1991. – С. 152–171.
3. Конторович В.А., Калинина Л.М., Соловьев В.М. и др. Сейсмогеологические критерии нефтегазоносности зоны контакта палеозойских и мезозойских отложений Западной Сибири // Фундамент, структуры обрамления Западно-Сибирского мезозойско-кайнозойского осадочного бассейна, их геодинамическая эволюция и проблемы нефтегазоносности: Матер. Все-

росс. научной конф. с участием иностранных ученых. – Тюмень-Новосибирск, 29 сентября – 2 октября 2008. – Тюмень, 2008. – С. 122–126.

4. Ковешников А.Е. Резервуары нефти и газа в доюрских образованиях Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета. – 2011. – Т. 319. – № 1. – С. 147–151.
5. Багринцева К.И. Трещиноватость осадочных пород. – М.: Недра, 1982. – 240 с.
6. Ханин А.А. Породы-коллекторы нефти и газа и их изучение. – М.: Недра, 1969. – 356 с.
7. Дементьев Л.Ф., Акбашев Ф.С., Файнштейн В.М. Изучение свойств неоднородных терригенных нефтеносных пластов. – М.: Недра, 1980. – 212 с.

Поступила 28.02.2011 г.